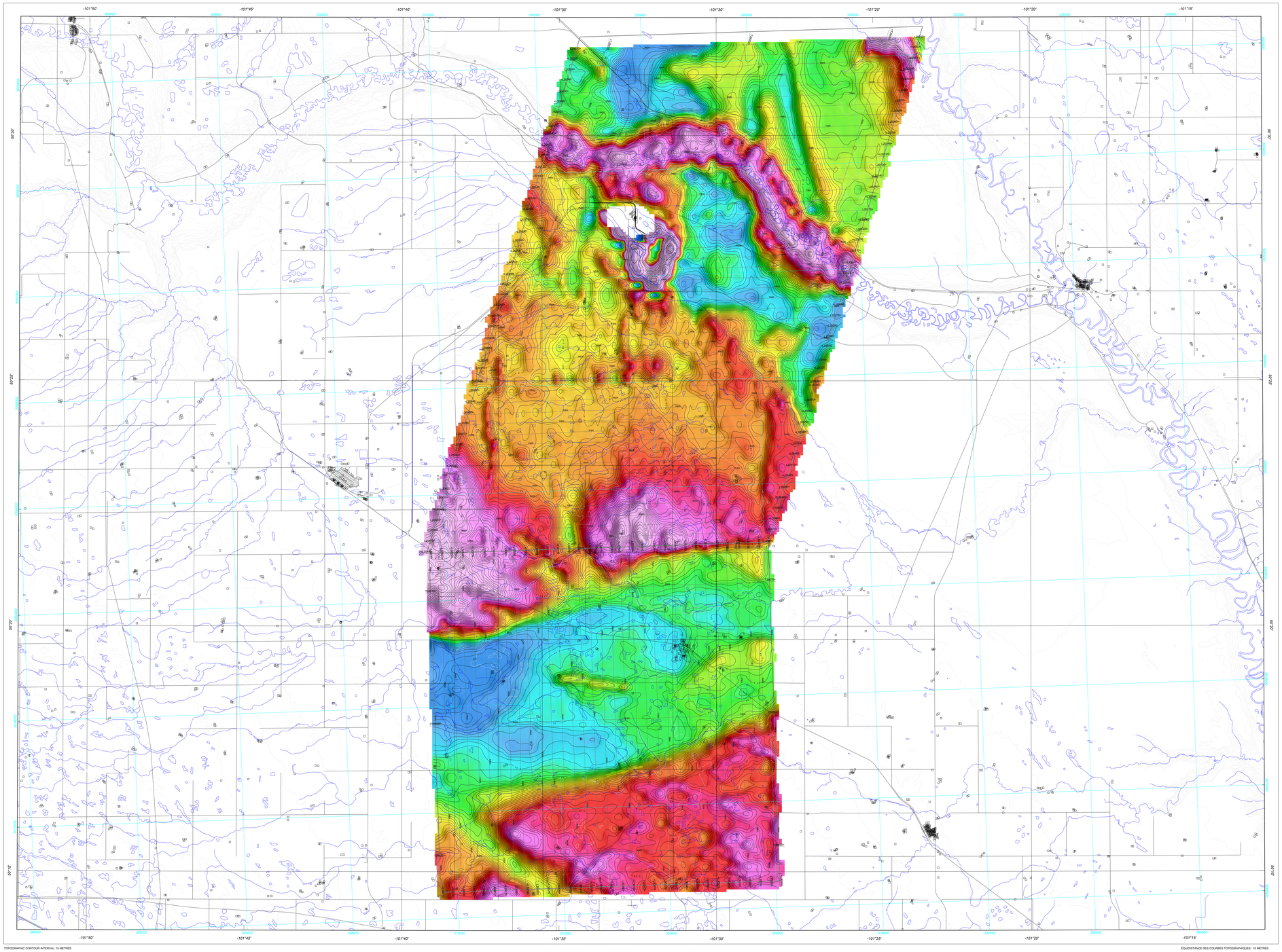
Natural Resources Canada / Ressources naturelles Canada

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA — COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA

APPARENT CONDUCTIVITY

CONDUCTIVITÉ APPARENTE



TOPOGRAPHIC CONTOUR INTERVAL: 10 METRES

ÉQUIDISTANCE DES COURBES TOPOGRAPHIQUES : 10 MÈTRES

This airborne geophysical survey and the production of this map were funded by the Groundwater Geoscience Program of the Earth Sciences Sector, Natural Resources Canada.

Ce levé géophysique aéroporté et la production de cette carte ont été financés par le programme géoscientifique des eaux souterraines du Secteur des sciences de la Terre, Ressources naturelles Canada.

GSC OPEN FILE 6975 / DOSSIER PUBLIC 6975 DE LA CGC

HELITEM® SURVEY OF ESTERHAZY
LEVÉ HELITEM® D'ESTERHAZY

NTS parts of 62 K/3, 62 K/4, 62 K/5, 62 K/6, 62 K/11, and 62 K/12 / SNRC parties de 62 K/3, 62 K/4, 62 K/5, 62 K/6, 62 K/11 et 62 K/12

SASKATCHEWAN

Authors: Hefford, S.W., Miles, W.F., Oldenborger, G.A., and Pugin, A.J.M.

Data aquisition, compilation and map production by
Fugro Airborne Surveys, Mississauga, Ontario.
Contract and project management by
the Geological Survey of Canada, Ottawa, Ontario.

APPARENT CONDUCTIVITY
CONDUCTIVITÉ APPARENTE

Scale 1 : 50 000 - Échelle 1 / 50 000

1 — 0 — 1 — 2 — 3
(kilometers)
NAD83 / UTM zone 14N

Universal Transverse Mercator Projection
North American Datum 1983

Projection transverse universelle de Mercator
Système de référence géodésique nord-américain, 1983

© Her Majesty the Queen in Right of Canada 2012
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada 2012

Digital Topographic Data provided by Geomatics Canada, Natural Resources Canada
Données topographiques numériques de Géomatique Canada, Ressources naturelles Canada

Auteurs : Hefford, S.W., Miles, W.F., Oldenborger, G.A. et Pugin, A.J.M.

L'acquisition et la compilation des données, ainsi que la production
des cartes, ont été effectuées par Fugro Airborne Surveys, Mississauga, Ontario.
La gestion et la supervision du projet ont été effectuées par
la Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario.

Digital versions of this map can be downloaded, at no charge, from Natural Resources Canada's Geoscience Data Repository (MIRAGE) at http://gdr.nrcan.gc.ca. The digital data may also be downloaded, free of charge, from Natural Resources Canada's Geoscience Data Repository for Gravity Data at http://gdr.nrcan.gc.ca/gravmag. The same products are also available, for a fee, from the Geophysical Data Centre, Geological Survey of Canada, 615 Booth Street, Ottawa, Ontario, K1A 0E9; telephone: (613) 995-5326; email: infogdc@agg.nrcan.gc.ca.

Des versions numériques de cette carte peuvent être téléchargées sans frais depuis l'Entrepôt de données géoscientifiques de Ressources naturelles Canada (MIRAGE) à l'adresse http://gdr.nrcan.gc.ca. Les données numériques peuvent également être téléchargées sans frais depuis l'Entrepôt de données géoscientifiques de Ressources naturelles Canada – Données gravimétriques à l'adresse http://gdr.nrcan.gc.ca/gravmag. Les mêmes produits sont également disponibles, moyennant des frais, en s'adressant au Centre de données géophysiques, Commission géologique du Canada, 615, rue Booth, Ottawa, Ontario, K1A 0E9; téléphone : (613) 995-5326; courriel : infogdc@agg.nrcan.gc.ca.

MAP LOCATION - LOCALISATION DE LA CARTE

OPEN FILE
DOSSIER PUBLIC
6975
GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA
COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA
2012

Publications in this series have not been edited; they are released as submitted by the author.

Les publications de cette série ne sont pas révisées; elles sont publiées telles que soumises par l'auteur.

Recommended Citation:
Hefford, S.W., Miles, W.F., Oldenborger, G.A., and Pugin, A.J.M., 2012.
Helitem® Survey of Esterhazy,
NTS parts of 62 K/3, 62 K/4, 62 K/5, 62 K/6, 62 K/11, and 62 K/12, Saskatchewan,
Apparent Conductivity;
Geological Survey of Canada, Open File 6975,
scale 1:50 000.

Notation bibliographique conseillée :
Hefford, S.W., Miles, W.F., Oldenborger, G.A. et Pugin, A.J.M., 2012.
Levé HELITEM® d'Esterhazy,
parties de 62 K/3, 62 K/4, 62 K/5, 62 K/6, 62 K/11 et 62 K/12, Saskatchewan,
Conductivité apparente;
Commission géologique du Canada, Dossier public 6975,
échelle 1/50 000.

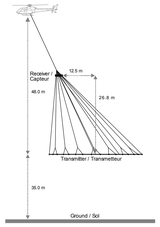
Canada

Technical Information

This map was compiled from data acquired during an airborne electromagnetic/magnetic survey carried out by Fugro Airborne Surveys utilizing a HeliTEM$^{\circledR}$ Time-Domain Electromagnetic (TDEM) system. The system was mounted on an Eurocopter AS350B3 helicopter (registration C-GBDA) and was carried out between March 6th and 24th, 2011. The aircraft flight elevation was maintained at a nominal ground clearance of 80 m. Aircraft navigation used a 12-channel NovaTel dual frequency GPS. Post-flight differential corrections were subsequently applied to finalize flight path position. A vertically mounted video camera was used to record images of the ground. The radar height was recorded ten times per second using a Sperry unit, and the barometric altitude was recorded ten times per second using a Motorola altitude transducer. The magnetic data were recorded 10 times per second using a Scintrex CS-2 cesium-vapor magnetometer.

Survey Area Parameters:

Parameter	Block 1	Block 2a	Block 2b
Traverse line azimuth	90°/270°	90°/270°	0°/180°
Traverse line spacing	400 m	400 m	400 m
Tie line azimuth	142°/322°	181°/1980°	90°/270°
Tie line spacing	5000 m	5000 m	5000 m
Aircraft mean clearance	87 m	87 m	87 m
EM transmitter mean clearance	35 m	35 m	35 m
Magnetic sensor mean clearance	65 m	65 m	65 m



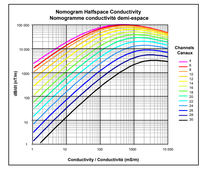
Electromagnetics

The TDEM system transmits a 2 ms time-varying signal from a two-turn, 708 m^2 horizontal loop, mounted approximately 48.0 m below and 10 m behind the aircraft. This configuration provides a dipole moment of 1.0 x 10^6 Am^2. The response of conductors in the subsurface is sampled 1024 times per cycle using a three axis (X, Y and Z) electromagnetic receiver mounted to a platform approximately 26.8 m above and 12.5 m in front of the transmitter loop. The EM system records 30 channels of data ten times per second for each of the three components. The EM receiver directly measures the change in the magnetic field with respect to time (dB/dt), from which the secondary total magnetic field (B) is numerically integrated. For this survey, the system was operating at a base frequency of 90 Hz. A 3-second data tapered stack was used before outputting the data to a final recording rate of 10 samples per second. High-altitude background sections flown at the start and end of each flight allow a 1st-order removal of system drift.

The EM response may include both natural and cultural contributions; the data have not been edited for cultural response. The data presented in these Open File maps will be further discussed in the following GSC publication:
Oldenborger, G. A., Sharpe, D. R., Pugin, A. J.-M. and Russell, H. A. J., in prep. Helicopter time-domain electromagnetic data over parts of the Eastern Hatfield buried valley aquifer system, Saskatchewan, Canada; Geological Survey of Canada, Current Research.

Electromagnetic System Specifications:

Base Frequency	90 Hz
Waveform	Half sine wave
Pulse width	2 ms
Transmitter Area	708 m^2 (2 turns)
Transmitter Off-time	3.5 ms
Transmitter Loop	30 m diameter
Transmitter Current	706 A
Dipole moment (approximately)	1.0x10^6 Am^2 (@1°C)
Windowed data sampling rate	10 Hz
Receiver	3-component induction coil (X, Y, Z)
Measured Response	dB/dt
Digital recording	All raw data channels (30 Channels)
1st off-time channel	Channel 5 at ~2.127 ms after pulse turn on
Tx-Rx Configuration	Towed transmitter below towed receiver



Apparent Conductivity
The apparent conductivity values were derived from the full channel spectrum (on-time and off-time of the z-coil data), fitted to a homogeneous half-space model. The algorithm first converts the response in every measurement window on-time or off-time into an apparent conductivity. This is performed using a look-up table that contains the response over a range of half-space conductivities and altimeter heights. The individual channel results are then averaged proportionally to their calculated skin depth.

Electromagnetic Decay Constant
Decay constant (Tau) values are obtained by fitting the amplitude data from channels 14 to 18 of the Z-coil response of the dB/dt component (approximately 250 to 554 µs after turn-off) to an exponential function. The decay constant indicates the relative strength of the conductor. In semi-log space, the slope of this function will reflect the decay rate of the transient field and therefore the strength of the conductivity. A slow rate of decay, reflecting a high conductivity will be represented by a high decay constant value.

Magnetics

The magnetic field was sampled 10 times per second using a split-beam caesium vapour magnetometer (sensitivity = 0.005 nT) mounted alongside the EM receiver towed behind the aircraft. Differences in magnetic values at the intersections of control and traverse lines were analysed to obtain a mutually levelled set of flight-line magnetic data. The levelled values were then interpolated to a 100 m grid. The International Geomagnetic Reference Field (IGRF) was removed from the total magnetic field data using the model for the year 2010 extrapolated to 2011.2 and computed for a constant altitude of 580.5 metres. Removal of the IGRF, representing the magnetic field of the Earth's core, produces a residual component related essentially to magnetizations within the Earth's crust.

Renseignements techniques

Cette carte a été compilée à partir de données acquises lors d'un levé électromagnétique-magnétique aéroporté exécuté par Fugro Airborne Surveys au moyen d'un système électromagnétique dans le domaine du temps (TDEM) HeliTEM$^{\circledR}$. Le système était installé sur un hélicoptère Eurocopter AS350B3 (immatriculé C-GBDA). Le levé a été exécuté pendant la période du 6 au 24 mars 2011. L'altitude de vol de l'aéronef a été maintenue à une hauteur nominale de 80 m au-dessus du sol. La navigation a été effectuée au moyen d'un système GPS Novatel à 12 canaux bi-fréquentiels. Le plan de vol a ensuite fait l'objet de corrections différentielles après vol. Une caméra vidéo montée verticalement a été utilisée pour enregistrer des images du sol. La hauteur du radar a été enregistrée dix fois par seconde à l'aide d'un appareil Sperry et l'altitude barométrique a aussi été enregistrée à une fréquence de 10 Hz, en utilisant un transducteur altimétrique de marque Motorola. Les données magnétiques ont été enregistrées à une fréquence de 10 Hz en utilisant un magnétomètre à vapeur de césium de modèle Scintrex CS-2.

Paramètres des levés :

Paramètre	Bloc 1	Bloc 2a	Bloc 2b
Orientation des lignes de levé	90°/270°	90°/270°	0°/180°
Espacement des lignes de levé	400 m	400 m	400 m
Orientation des lignes de contrôle	142°/322°	181°/1980°	90°/270°
Espacement des lignes de contrôle	5000 m	5000 m	5000 m
Garde au sol de l'aéronef	87 m	87 m	87 m
Garde au sol du transmetteur EM	35 m	35 m	35 m
Garde au sol du capteur magnétique	65 m	65 m	65 m

Électromagnétisme

Le système TDEM transmet une impulsion de 2 ms variant avec le temps au moyen d'une bobine horizontale de deux tours de 708 m^2, installée environ 48,0 m sous l'aéronef et 10,0 m derrière celui-ci. Cette configuration offre un moment dipolaire de 1,0 x 10^6 Am^2. La réponse des conducteurs enfouis dans le sol est échantillonnée 1024 fois par cycle au moyen d'un capteur à 3 composantes (X, Y, et Z) monté sur une plate-forme située approximativement 26,8 m au-dessus de la bobine de l'émetteur et 12,5 m devant celle-ci. Le système EM enregistre des données sur 30 canaux dix fois par seconde pour chacune des trois composantes. Le récepteur EM mesure directement la variation du champ magnétique en fonction du temps (dB/dt), à partir de laquelle le champ magnétique secondaire (B) est intégré numériquement. Le système EM a été opéré à une fréquence de base de 90 Hz pour ce levé. Une pile conique de 3 secondes de données a été utilisée avant la sortie des données à une vitesse d'enregistrement finale de 10 échantillons par seconde. Des calibrations à haute altitude au début et à la fin de chaque vol permettent de corriger linéairement la dérive du système.

La réponse EM comprend les effets naturels et culturels; les données n'ont pas été traitées pour enlever la composante culturelle de la réponse. Les données présentées dans ces cartes seront discutées plus en détail dans cette publication de la CGC :
Oldenborger, G. A., Sharpe, D. R., Pugin, A. J.-M. et Russell, H. A. J., in prep. Hélicopter time-domain electromagnetic data over parts of the Eastern Hatfield buried valley aquifer system, Saskatchewan, Canada; Geological Survey of Canada, Current Research.

Spécifications du système électromagnétique :

Fréquence de base	90 Hz
Forme d'onde	Demi-onde sinusoïdale
Largeur de l'impulsion	2 ms
Surface du transmetteur	708 m^2 (2 tours)
Temps mort du transmetteur	3,5 ms
Diamètre du transmetteur	30 m
Ampérage du courant	706 A
Moment dipolaire (approx.)	1,0 x 10^6 Am^2 (@1°C)
Fréquence d'échantillonnage	10 Hz
Capteur EM	Bobine à 3 composantes (X, Y, Z)
Réponse mesurée	dB/dt
Enregistrement numérique	30 canaux bruts
1er canal temps mort	Canal #5 à env. 2,127 ms après le début de l'impulsion
Configuration Tx-Rx	Transmetteur sous le capteur

Conductivité apparente
Les valeurs de conductivité apparente sont calculées à partir de tous les canaux (pendant l'impulsion et le temps mort de la composante en Z) ajustés à un modèle de demi-espace homogène. L'algorithme convertit d'abord la réponse de chacun des canaux (pendant l'impulsion et le temps mort) en une conductivité apparente. Ceci est fait à l'aide d'un tableau contenant les réponses pour une gamme de hauteurs altimétriques et de conductivités de demi-espace. La moyenne des réponses individuelles des canaux est ensuite déterminée proportionnellement à l'épaisseur de peau calculée pour chacun des canaux.

Constante de temps électromagnétique
Les valeurs de la constante de temps (Tau) sont calculées en ajustant une fonction exponentielle décroissante à l'amplitude des composantes dB/dt en Z des canaux 14 à 18 (250 to 554 µs). La constante de temps indique la force relative du conducteur. Sur un graphique semi-logarithmique, la pente de cette fonction reflète le taux de décroissance du champ transitoire, et donc l'intensité de la conductivité. Un taux de décroissance lent, indiquant une forte conductivité, résulte en une constante de temps élevée.

Magnétisme

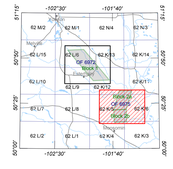
Le champ magnétique a été échantillonné 10 fois par seconde à l'aide d'un magnétomètre à vapeur de césium à faisceau partagé (sensibilité = 0,005 nT). Le capteur magnétique est tiré au bout d'un câble derrière l'aéronef avec le capteur électromagnétique. Les différences des valeurs magnétiques aux intersections des lignes de contrôle et des lignes de levé ont été analysées afin d'obtenir un jeu de données magnétiques mutuellement nivelées sur les lignes de vol. Ces valeurs nivelées ont ensuite été interpolées suivant une grille à maille de 100 m. Le champ géomagnétique international de référence (International Geomagnetic Reference Field, IGRF), a été soustrait du champ magnétique total en utilisant le modèle de l'an 2010 extrapolé à 2011.2 et calculé à l'altitude constante de 580,5 mètres. La soustraction de l'IGRF, qui représente le champ magnétique du noyau terrestre, fournit une composante résiduelle essentiellement reliée à la magnétisation de l'écorce terrestre.

Planimetric symbols
Project limit
Drainage
Flight lines, fiducial
Topographic contour
Roads
Building

Symbols planimétriques
Limite du projet
Drainage
Lignes de vol, fiducie
Courbe de niveau
Routes
Bâtiment

Isocontour lines
Depression
0.250 S/m
0.050 S/m
0.010 S/m
0.002 S/m

Lignes isocontour
Dépression
0.250 S/m
0.050 S/m
0.010 S/m
0.002 S/m



NATIONAL TOPOGRAPHIC SYSTEM REFERENCE AND GEOPHYSICAL MAP INDEX
SYSTÈME NATIONAL DE RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE ET INDEX DES CARTES GÉOPHYSIQUES

HELITEM® SURVEY OF ESTERHAZY
LEVÉ HELITEM® D'ESTERHAZY